

## Double-wave division multiplex optical network system

**Patent number:** CN1428959  
**Publication date:** 2003-07-09  
**Inventor:** GAN CHAOQIN (CN); SUN ZHAN (CN); XU ZONGXING (CN)  
**Applicant:** SHANGHAI BEIR CO LTD (CN)  
**Classification:**  
**- international:** *H04B10/24; H04J14/02; H04B10/24; H04J14/02; (IPC1-7): H04J14/02; H04B10/24*  
**- european:**  
**Application number:** CN20010139211 20011226  
**Priority number(s):** CN20010139211 20011226

### Abstract of CN1428959

A bidirectional wavelength division multiplexing optical network system is formed from a wavelength route module, a controller, two NX4 couplers and 2N nodes which are connected. Every NX4 coupler can be respectively connected with N nodes, and can provide a port for interconnecting with controller, the information transfer between two NX4 couplers is implemented by connecting wavelength route module between them, are formed into straight-through state, and the wavelength route module is connected with controller directly. Said invention adopts the network structure of "feedback loop-wavelength route-note grouping" and utilizes the "feedback loop" to implement single-fibre bidirectional transmission of network, and utilizes the "wavelength route and note grouping" to implement the reuse of all the network communication channel wavelengths.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

H04J 14/02

H04B 10/24



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01139211.8

[43] 公开日 2003 年 7 月 9 日

[11] 公开号 CN 1428959A

[22] 申请日 2001.12.26 [21] 申请号 01139211.8

[71] 申请人 上海贝尔有限公司

地址 201206 上海市浦东新区金桥出口加工  
区宁桥路 388 号

[72] 发明人 甘朝钦 孙 展 许宗幸

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

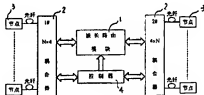
代理人 章蔚强

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

[54] 发明名称 一种双向波分复用光网络系统

[57] 摘要

一种双向波分复用光网络系统，它由一个波长路由模块、一个控制器、两个  $N \times 4$  耦合器和  $2N$  个节点连接构成，每个  $N \times 4$  耦合器可各自连接  $N$  个节点，并都提供一个端口与控制器互连，两个  $N \times 4$  耦合器之间的信息传递是通过波长路由模块进行连通，并为直通状态，波长路由模块与控制器直接相连。本发明采用“反馈回路+波长路由+节点分组”的网络结构，利用“反馈回路”实现网络的单纤双向传输，这样，在同等条件下可使网络规模扩大一倍，同时也克服了常规波分复用星形网所用光纤过长问题；利用“波长路由+节点分组”实现所有网络通信信道波长的重用，使网络最大吞吐量增加一倍；利用光放大器来补偿可调波路由模块插入损耗和星形耦合器分配损耗。



1. 一种双向波分复用光网络系统,其特征在于,它由一个波长路由模块、一个控制器、两个  $N \times 4$  耦合器和  $2N$  个节点连接构成,  $2N$  个节点对应各耦合器分成两个节点集,即第1节点集和第2节点集,通信中,各节点集还分别包含两个节点组;其中:

每个  $N \times 4$  耦合器可各自连接  $N$  个节点,且各节点是通过一根光纤与  $N \times 4$  耦合器的一个端口相连;

每个  $N \times 4$  耦合器都提供一个端口与控制器互连,以便网络通信时控制器对各通信节点进行控制;

波长路由模块与控制器直接相连,并受控制器控制;

两个  $N \times 4$  耦合器之间的信息传递是通过波长路由模块进行连通,并为直通状态。

2. 根据权利要求1所述的一种双向波分复用光网络系统,其特征在于,所述的波长路由模块是由两个  $1 \times 2$  可调多波长选择路由器、两个光放大器所组成,且形成各包含一条反馈回路和一条连接通路的两套对称连接光通道,每套连接光通道中,由一耦合器的一端口依次连接一光放大器和一可调多波长选择路由器后,分别回至该耦合器的另一端口和直至另一耦合器的一端口而分别构成反馈回路和连接通路,其中:反馈回路使得与该耦合器直接相连的  $N$  个节点之间的通信成为可能;两条连接通路分别用于传递第1节点集发给第2节点集的信息和第2节点集发给第1节点集的信息,另外,所述的两个可调多波长选择路由器直接与控制器相连,并受控制器控制。

3. 根据权利要求1所述的一种双向波分复用光网络系统,其特征在于,所述的控制器是根据网络各通信节点的通信请求,通过网络专用控制信道波长发出控制指令,使各通信节点调至相应指定的波长进行通信;将整个网络的通信信道波长分成  $\lambda^A$  和  $\lambda^B$  两个波长组,并同时控制两个可调多波长选择路由器的参数设置及其同步运行状态,使得  $\lambda^A$  和  $\lambda^B$  两个波长组顺利地由它们的相应端口输出。

4. 根据权利要求 3 所述的一种双向波分复用光网络系统,其特征在于,  $\lambda^A$  波长组用于第 1 节点集中的一组与第 2 节点集中的一组之间发送数据;  $\lambda^B$  波长组同时用于第 1 节点集中的另一组内部和第 2 节点集中的另一组内部各节点的通信,即:网络中所有通信信道都被重用。

5. 根据权利要求 1 所述的一种双向波分复用光网络系统,其特征在于,各节点欲通信时对数据信道波长使用权只局限于本组节点内部波长的使用权。

6. 根据权利要求 1 所述的一种双向波分复用光网络系统,其特征在于,所述的每个节点包括光发射机、光接收机、Y 形光纤耦合器,以及一个数据信道专用全频可调收发机和一个控制信道专用固定波长收发机,其中:

Y 形光纤耦合器,用于将光发射机的输出信号耦合到  $N \times 4$  耦合器,并将  $N \times 4$  耦合器输出的光信号耦合到光接收机中去,同时使光发射机和光接收机之间得到良好的隔离。

7. 根据权利要求 6 所述的一种双向波分复用光网络系统,其特征在于,各节点发送数据时,所述的发射机调至的波长以及接收数据的接收机采用的波长均由控制器根据网络的通信情况进行确定。

## 一种双向波分复用光网络系统

## (一)技术领域

本发明涉及一种双向波分复用光网络系统。

## (二)背景技术

现有的常规波分复用星形网络,受传输型星形耦合器分配损耗和实际可供利用的有限信道波长数双重限制,其规模无法适应未来大容量波分复用局域网的需求。此外,由于常规波分复用星形网中每个节点要用两根光纤与中心星形耦合器相连,因而还存在网络所用“光纤过长”问题。当前,在解决上述问题的方案中,往往只能就某一方面的问题进行解决,如:有源大规模星形耦合器只能解决“分配损耗”问题;反射型星形耦合器只解决“光纤过长”问题;波长重用的双星结构则只能部分解决“波长信道数有限”问题。因此,上述各方均不能全面有效地解决问题。

## (三)发明内容

本发明的目的在于提供一种双向波分复用光网络系统,通过所有网络通信信道波长的重用和单纤双向传输使网络最大吞吐量和节点数同时增加一倍,进而全面、有效地克服常规波分复用星形网络系统的上述缺陷,同时也使网络的抗毁性能得到改善。

本发明所提供的一种双向波分复用光网络系统,它由一个波长路由模块、一个控制器、两个  $N \times 4$  耦合器和  $2N$  个节点连接构成,  $2N$  个节点对应各耦合器分成两个节点集,即第1节点集和第2节点集,通信中,各节点集还分别包含两个节点组;其中:每个  $N \times 4$  耦合器可各自连接  $N$  个节点,且各节点是通过一根光纤与  $N \times 4$  耦合器的一个端口相连;每个  $N \times 4$  耦合器都提供一个端口与控制器互连,以便网络通信时控制器对各通信节点进行控制;波长路由模块与控制器直接相连,并受控制器控制;两个  $N \times 4$  耦合器之间的信息传递是通过波长路由模块进行连通,并为直通状态。

上述的双向波分复用光网络系统，其中，波长路由模块是由两个  $1 \times 2$  可调多波长选择路由器、两个光放大器所组成，且形成各包含一条反馈回路和一条连接通路的两套对称连接光通道，每套连接光通道中，由一耦合器的一端口依次连接一光放大器和一可调多波长选择路由器后，分别回至该耦合器的另一端口和直至另一耦合器的一端口而分别构成反馈回路和连接通路，其中：反馈回路使得与该耦合器直接相连的  $N$  个节点之间的通信成为可能；连接通路用于传递第 1 节点集发给第 2 节点集以及第 2 节点集发给第 1 节点集的信息，另外，所述的两个可调多波长选择路由器直接与控制器相连。

上述的双向波分复用光网络系统，其中，控制器是根据网络各通信节点的通信请求，通过网络专用控制信道波长发出控制指令，使各通信节点调至相应的波长进行通信；将整个网络的通信信道波长分成  $\lambda^A$  和  $\lambda^B$  两个波长组，并同时控制两个可调多波长选择路由器的参数设置及其同步运行状态，使得  $\lambda^A$  和  $\lambda^B$  两个波长组顺利地分别从它们的相应端口输出。

上述的双向波分复用光网络系统，其中， $\lambda^A$  波长组用于第 1 节点集中的一组与第 2 节点集中的一组之间发送数据； $\lambda^B$  波长组同时用于第 1 节点集中的另一组内部和第 2 节点集中的另一组内部各节点的通信，即：网络中所有通信信道都被重用。

上述的双向波分复用光网络系统，其中，各节点欲通信时对数据信道波长使用权只局限于本组节点内部波长的使用权。

上述的双向波分复用光网络系统，其中，每个节点包括光发射机、光接收机、Y 形光纤耦合器，以及一个数据信道专用全频可调收发机和一个控制信道专用固定波长收发机，其中：Y 形光纤耦合器，用于将光发射机的输出信号耦合到  $N \times 4$  耦合器，并将  $N \times 4$  耦合器输出的光信号耦合到光接收机中去，同时使光发射机和光接收机之间得到良好的隔离。

上述的双向波分复用光网络系统，其中，各节点发送数据时，所述的发射机调至的波长以及接收数据的接收机采用的波长均由控制器根据网络的通信情况进行确定。

由于采用了上述的技术解决方案，即：“反馈回路+波长路由+节点分组”

的网络结构,利用“反馈回路”实现网络的单纤双向传输,这样,在同等条件下可使网络规模扩大一倍,同时也克服了常规波分复用星形网所用光纤过长问题;利用“波长路由+节点分组”实现所有网络通信信道波长的重用,使网络最大吞吐量增加一倍;利用光放大器来补偿可调波长路由器件插入损耗和星形耦合器分配损耗。本发明双向波分复用光网络系统实现了全部网络通信信道波长的重用。

#### (四)附图说明

图1是本发明双向波分复用光网络系统模块结构框图;

图2是本发明双向波分复用光网络系统的具体结构框图;

图3是本发明波长重用及节点分组示意图。

#### (五)具体实施方式

如图1所示,本发明,即双向波分复用光网络系统,由一个波长路由模块1、一个控制器4、两个 $N \times 4$ 耦合器2和若干个节点3连接构成。两个 $N \times 4$ 耦合器2通过波长路由模块1相连通,彼此之间并不直接连接,它们之间的信息传递要途径波长路由模块1进行;在这种信息传递中,信息经过波长路由模块1时处于直通状态,无须波长路由模块1转发;每个 $N \times 4$ 耦合器2可各自连接 $N$ 个节点3,每个节点3通过一根光纤与 $N \times 4$ 耦合器2的一个端口相连;此外,每个 $N \times 4$ 耦合器2都提供一个端口与控制器4互连,以便网络通信时控制器4对各通信节点3进行控制。波长路由模块1与控制器4直接相连,并受控制器4控制。

如图2所示,本发明双向波分复用光网络系统具体结构框图,它主要由两个 $N \times 4$ 耦合器2、两个 $1 \times 2$ 可调多波长选择路由器(TWR)12、两个光放大器(OA)11、一个控制器4和 $2N$ 个节点连接构成。每个 $N \times 4$ 耦合器2提供一边的4个端口用于各器件之间的相互连接、构成反馈回路及与控制器4相连;另一边的 $N$ 个端口用于连接节点3,每个端口通过一根光纤连接一个节点3,共可连接 $N$ 个节点3;因此,整个网络所支持的节点数为 $2N$ 。考虑到输入/输出信号是在一根光纤中双向传输,为将光发射机(T)31的输出信号耦合到 $N \times 4$ 耦合器2,并将 $N \times 4$ 耦合器2输出的光信号耦合到光接收机(R)32中去,同

时使光发射机 31 和光接收机 32 之间得到良好的隔离, 在每个节点 3 处增加一个 Y 形耦合器 (Y) 33。每个节点 3 配置两个收发机: 一个通信信道专用全频可调收发机, 即: 一个可调波长发射机和一个可调波长接收机; 一个控制信道专用固定波长收发机, 即: 一个固定波长发射机和一个固定波长接收机。每个节点 3 发送数据时, 其发射机 31 调至那个波长以及接收数据的接收机 32 采用那个波长均由控制器 4 决定。网络中, 设置一个固定的控制信道专用波长 ( $\lambda_k$ ), 为了充分利用光放大器带宽内有限的通信信道波长, 控制信道波长可采用带外波长方式; 欲发送数据的各节点 3 向控制器 4 发出通信请求及控制器 4 向各节点 3 发送同步控制指令均使用这个控制信道专用波长 ( $\lambda_k$ )。图 2 中有 2 条反馈回路: 反馈回路 1 和反馈回路 2; 反馈回路 1 由耦合器 2 (1#) 的端口 12'、光放大器 (OA) 11、TWR 12 (1#) 和耦合器 2 (1#) 的端口 11' 连接构成; 反馈回路 2 有类似的结构。下面以反馈回路 1、第 1 节点集及第 2 节点集 (后面将给出有关节点集的说明) 为例来说明反馈回路的作用: 由于第 1 节点集中任何一个节点可通过 TWR12 (1#) 将信息发往第 2 节点集中的所有节点, 但却不能发往同处于第 1 节点集的另外 (N-1) 个节点; 同时, 第 1 节点集中的任何一个节点可收到来自第 2 节点集中所有节点的信息 (途经 TWR12 (2#)), 但却无法收到来自同处于第 1 节点集的另外 (N-1) 个节点的信息。为此, 在耦合器 2 (1#) 的一边留有两个端口: 11' 和 12', 用于形成反馈回路 1。第 1 节点集中某个节点发射的信息进入耦合器 2 (1#) 后再从其端口 12' 输出, 经反馈回路 1 将信息再反馈回耦合器 2 (1#) 中, 再经其到达第 1 节点集中的其它 (N-1) 个节点; 这样就实现了所希望的信息发送。同理, 反馈回路 2 起类似的作用。图 2 中有 2 条连接通路: 连接通路 1 和连接通路 2; 连接通路 1 由耦合器 2 (1#) 的端口 12'、光放大器 (OA) 11、TWR 12 (1#) 和耦合器 2 (2#) 的端口 21' 连接构成, 它的作用是传递第 1 节点集发给第 2 节点集的信息; 连接通路 2 有类似的结构和功能。考虑到所有光波都要两次通过 N×4 耦合器 2 而存在功率损耗以及 TWR12 存在插入损耗, 在每个 TWR 前面接入一光放大器 11 进行功率补偿。每个 N×4 耦合器 2 都将其一边 4 个端口中的一个与控制器相连, 用于各节点 3 通过控制信道向控制器 4 发出通信请求和控制器 4 向



各节点3发送控制指令；控制器4根据网络中各节点3的通信请求状况，将整个网络的通信信道波长分成 $\lambda^A$ 和 $\lambda^B$ 两个波长组，发出同步指令，使得两个TWR12作出相应的参数设置且同步运行；以便 $\lambda^A$ 和 $\lambda^B$ 两个波长组顺利地从其相应的两个端口A和B输出。同时，网络中各通信节点通过各自的控制信道接收机接收到来自控制器的控制指令，也同步地将各自的通信信道全频可调收发机调至相应指定的波长进行通信。

图3是本发明双向波分复用光网络系统的波长重用特性示意图，可重用全部网络通信信道的波长。网络中， $2N$ 个节点分成2个节点集，令与耦合器2(1#)相连的 $N$ 个节点为第1节点集301，与耦合器2(2#)相连的 $N$ 个节点为第2节点集302，如图3所示。由于通信既可在每个节点集内部各节点之间发生，也可在两节点集之间的各节点之间发生，因而又将每个节点集分为2个节点组，设第1节点集301中，仅与第2节点集302中的节点发生通信的各节点为第1组节点，仅与自身第1节点集内部其它节点发生通信的节点为第1'组节点；第2节点集中，仅与第1节点集中的节点发生通信的各节点为第2组节点，仅与自身第2节点集内部其它节点发生通信的节点为第2'组节点。

波长重用。设整个网络可使用的通信信道波长数为 $m$ ，将整个网络的 $m$ 个通信信道波长分成 $\lambda^A$ 和 $\lambda^B$ 两个波长组；通信时， $\lambda^A$ 波长组用于第1组节点向第2组节点发送数据，同时， $\lambda^A$ 波长组也用于第2组节点向第1组节点发送数据；显然，第1'组节点内部各节点的通信和第2'组节点内部各节点的通信可同时使用 $\lambda^B$ 波长组，如此， $\lambda^A$ 和 $\lambda^B$ 波长组都得到重用，即网络中所有通信信道都被重用，由此，网络的最大吞吐量增加了一倍，如图3所示。这时，欲通信的某节点对通信信道波长使用权的竞争只局限于本组节点内部波长使用权的竞争，该节点不得使用相应波长组之外的波长发送数据。由于网络中各节点之间的通信情况是不断变化的，因此，每组节点中节点的数量及具体由那些节点构成等都是动态变化的；此外，由于网络的整个通信信道波长( $m$ )分成 $\lambda^A$ 和 $\lambda^B$ 两个波长组，所以，每个波长组中的波长数及具体由那些波长组成也是动态变化的。但是，所有这些变化均受控制器控制，由控制器根据当时网络中各节点的通信状况决定。

综上所述，本发明双向波分复用光网络系统的优点在于：（1）在星形耦合器规模不变的条件下，通过单纤双向传输，使网络所支持的节点数增加了一倍；（2）通过光放大器的功率补偿，在星形耦合器规模不变的条件下，可在一定程度上降低网络对节点收发器的功率预算要求，从而降低网络成本；网络节点收发器性能一定的条件下，则可使星形耦合器规模进一步扩大，进而使网络所支持的节点数得到进一步增加；（3）网络的所有通信信道波长都得到重用，网络的最大吞吐量相应增加了一倍；（4）在网络节点数相同条件下，通过单纤双向传输，可节省一半光纤；（5）网络的抗毁性得到增强，由图 2 结构可知：若网络通信时某一星形耦合器出现故障，它只能影响与其相连的那一半网络节点的通信，而另一半网络节点的通信不受影响；（6）网络结构简单，易于实施。

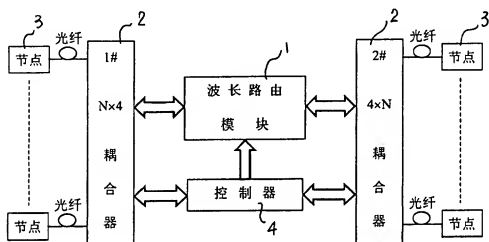
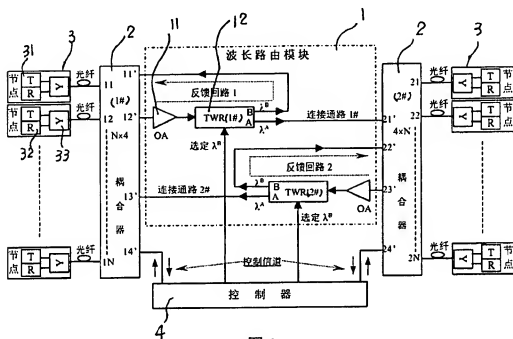


图 1



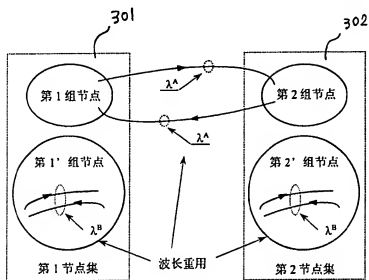


图 3